豇豆健康管理技術之研究

王三太[1] 林楨祐[1,*] 洪爭坊[2] 范救晨[2] 徐敏記[3] 賴信順[2] 許秀惠[2]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系研究員兼系主任、助理研究員。台灣高雄市。

[2] 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護系助理研究員、前助理研究員、助理研究員、研究員兼系主任。台灣高雄市。

[3] 行政院農業委員會農業試驗所作物組助理研究員。台灣臺中市。

[*] 通訊作者，電子郵件：cylin@fthes-tari.gov.tw

摘　　要

本研究利用豇豆的開花結果習性進行間期性的疏花，除了配合豇豆的生育期調整使病蟲害防治藥劑的選擇更具彈性，亦可提高栽培後期的產量。此外，評估非農藥資材對於葉部病害的防治效果，結果顯示亞磷酸與碳酸氫鉀皆可有效降低白粉病與煤黴病的罹病度；藍色黏板具有抑制薊馬族群數量的效果；如採收後配合適當之冰水預冷處理，可避免裂莢、黃化、腐損情形，維持豇豆之良好品質，增加產品供應範圍及農民收益。

前　　言

豇豆屬熱帶及亞熱帶作物，性喜溫暖，耐熱性強但耐寒性弱，臺灣全年皆有栽種，且以 4~9 月為盛產期。豇豆栽種期間可能發生的病蟲害問題甚多，若是不了解病蟲害種類，或是對農藥的使用原則認識不足，以及連續採收果莢的特性，有可能發生不當用藥或藥劑殘留過量的情形。在 101 年至 102 年 8 月農糧署所檢測豇豆樣品中，有 36 件殘留農藥不合格，合計殘留農藥超量的農藥種類共 23 種。殺菌劑部份有 9 種，以嘉保信(9 件)與四氯異苯腈(7 件)殘留超量的件數最多，兩者皆為未推薦於豇豆上的防治藥劑。其餘 7 種藥劑皆為單一案件，其中除賽普洛為推薦藥劑但未訂定殘留容許量標準外，另外 6 種皆為未推薦於豇豆上的藥劑。殺蟲劑部份者有 14 種，以剋安勃 (13 件)、芬普尼 (5 件)、賽速安 (4 件) 與可尼丁 (4 件) 殘留超量的件數最多。為了解決豇豆生產時可能遇到農藥殘留的問題，本研究擬探討疏花技術調節豆莢採收時間，使園區豇豆處於幼莢或少莢階段並搭配使用非農藥防治資材，以達成農藥減量使用與病蟲害管理的目的。豇豆採收時仍屬幼嫩時期，且成長快速因此呼吸率高 (20℃即有 110ml/CO_2/kg-hr)，但如需運輸常因為無預冷或預冷不完全致使箱內高溫 (30℃以上)。因此預冷處理對豇豆而言十分重要，尤其是對於具有田間熱且採後容易衰老的產品。以豇豆而言，部分傳統農民無使用預冷或使用碎冰預冷，碎冰預冷雖有效果但仍具非全體降溫及回溫快速之缺點，效果較差；另如裸放室冷 (冷藏庫內) 需置於室內 24 小時後方能降溫

完全，且不宜堆疊貯放降溫與產品脫水之缺點，若以 PE 袋包裝防止脫水並置於室內降溫速度更慢，18 小時貯放後仍在 12℃以上，初步試驗顯示如以冰水預冷效果良好， 10 分鐘內便能快速降至 5℃左右， 因此發展冰水降溫作為豇豆預冷技術開發重點。

材料與方法

疏花對豇豆之影響

疏花試驗分 3 部分進行，(1) 第一次試驗於結莢期間 2012 年 5 月 22 日至 2012 年 7 月 17 日，共計 8 週，在農試所鳳山分所評估種植株距與疏花對豇豆之影響，採逢機區集設計，共 3 區集，每區集 6 處理 (種植株距 40cm 下分別 7 天疏花一次、10 天疏花一次與對照組不疏花；以及種植株距 80cm 下分別 7 天疏花一次、10 天疏花一次與對照組不疏花)，每處理 $10m^2$，採單畦單行種植，調查疏花對單株結莢之影響。(2) 第二次試驗在結莢期間 2013 年 6 月 24 日至 2013 年 8 月 14 日，共計 8 週，在農試所鳳山分所評估種植株距與疏花對豇豆之影響，採逢機區集設計，共 3 區集，每區集 4 處理 (種植株距 40cm 下 7 天疏花一次與對照組不疏花；以及種植株距 80cm 下 7 天疏花一次與對照組不疏花)，每處理 $10m^2$，採單畦單行種植，調查疏花對花朵總生成數與產量之影響。(3) 第三次試驗於結莢期間 2013 年 5 月 1 日至 5 月 20 日，在美濃地區分別 7 天疏花一次與對照組不疏花進行比較，採逢機區集設計，共 3 區集，每區集 2 處理，每處理 132 株，每處理面積 185 m^2，採單畦雙行種植，調查疏花對產量之影響。

非農藥資材對豇豆煤黴病之田間防治效果評估

本研究初步評估非農藥防治資材對於田間網室栽培的豇豆煤黴病的防治效果，供試資材包括 50%亞磷酸 500 倍、葵無露 500 倍、碳酸氫鉀 250 倍、抗蒸散劑 100 倍、硫磺粉 400 倍…等，在豇豆採收期開始後，每隔 4 至 7 天噴施不同供試資材的組合，並定期調查豇豆植株上煤黴病的罹病率與罹病度，並以農民慣行施藥者作為對照組。調查時，每個處理隨機調查 20 片葉片上煤黴病的罹病面積，並將罹病面積分為不同等級：0 級: 葉片健康；1 級:罹病面積占總葉片面積 10%以下；2 級：罹病面積占總葉片面積 11-30%；3 級：罹病面積占總葉片面積 31-50%；4 級：罹病面積占總葉片面積 51%以上。並依下列公式計算罹病度。罹病度(%)=$[\Sigma(nd)/4T]*100$。其中，n 為每一等級中的葉片數量；d 為不同的罹病等級；T 為總調查葉片數。

非農藥資材對豇豆白粉病的防治效果評估

102 年春季於鳳山熱帶園藝試驗分所的網室中種植豇豆，於苗期開始利用不同非農藥資材進行葉部病害防治。供試資材包括 50%亞磷酸 250 倍、葵無露 500 倍、

碳酸氫鉀 500 倍、枯草桿菌 800 倍，50%亞磷酸+葵無露、50%亞磷酸+碳酸氫鉀、50%亞磷酸+枯草桿菌以及碳酸氫鉀+葵無露等 8 種處理，每個處理有 10 棵植株，每 7 天處理一次，並於處理前隨機調查 4 棵豇豆葉片上白粉病發生的情形，並依照前述方法記錄與計算罹病度，並以噴施無菌水者作為對照組。

不同顏色黏板對豇豆上薊馬誘集效果評估

在長豇豆田內隨機選取四處，每處間隔 15 公尺，各處以間隔 20 公分隨機排列懸掛黃、藍、白和綠四種顏色的黏板 (15cm*11cm) 各一張，每次懸掛 7 天，然後取四色黏板上薊馬蟲數總和大於 100 的處理組進行百分比轉換，調查長豇豆上常見薊馬種類對顏色的偏好。

預冷處理對豇豆貯運品質影響

102 年 4 月取自美濃區產之豇豆進行試驗，自採收前、採收後、分級、預冷、包裝、運輸與市場販賣進行品質監控與溫度調查。預冷處理分別分為無預冷包裝 (對照組)、碎冰預冷包裝與冰水預冷配合碎冰包裝，每處理為三重複共計三箱 (每箱約 20 公斤)，箱內分別貯放溫溼度紀錄器，果莢內也依箱內上下層分別插入溫度記錄器進行記錄，全程調查溫度變化，並觀察開箱後品質 (顏色變化、裂莢與否)。

結　果

疏花對豇豆之影響

第一次疏花試驗中 (2012 年 5 月 22 日至 2012 年 7 月 17 日) 在種植株距 40cm 與 80 公分之不同株距下，皆以 7 天疏花一次較 10 天疏花一次之平均單株結莢數多 (圖 1)，因此在 2013 年第二次試驗中，皆採 7 天疏花一次進行比較。第二次疏花試驗中 (2013 年 6 月 24 日至 2013 年 8 月 14 日)，調查疏花是否會降低花朵數量而影響產量，結果顯示，在種植株距 40cm 下疏花處理的每週花朵生成數皆高於未疏花組，而同樣在種植株距 80cm 下疏花處理的每週花朵生成數則略高於未疏花組 (圖 2)；調查其產量變化，在相同株距下，種植株距 40cm 的前 4 週產量變化，疏花組與未疏花組的產量變化大致相似，而在第 5 與第 6 週時，疏花組產量略高於未疏花組 (圖 3)。第三次疏花試驗中 (2013 年 5 月 1 日至 5 月 20 日) 中，在處理後之 20 天的產量變化並無明顯差異 (圖 4)。

非農藥資材對豇豆煤黴病之田間防治效果評估

豇豆採收約一個月後，農民慣行栽培區的煤黴病罹病率為 81.7%，罹病度為 35.4%，但非農藥資材處理區的煤黴病罹病率僅為 38.3%，罹病度 11.3%，顯著 (p=0.05) 降低田間煤黴病的危害。然而，於採收末期時，煤黴病在慣行栽培與使用非農藥資材防治處理的罹病度分別為 35.8%與 35.4%，沒有顯著差異 (p=0.05)。

非農藥資材對豇豆白粉病的防治效果評估

豇豆植株於定植 2 週後開始自然發病，發病時於下位葉先出現白粉病的病斑。其中，在亞磷酸 250 倍與碳酸氫鉀 500 倍葉面噴施 2 週後，均可顯著降低白粉病的發生，惟枯草桿菌 800 倍及葵無露 500 倍的防治效果與對照組之間沒有顯著差異 (p=0.05) (表 1)。在開始處理後第 4、6、8 週，亞磷酸仍能維持良好防治效果，

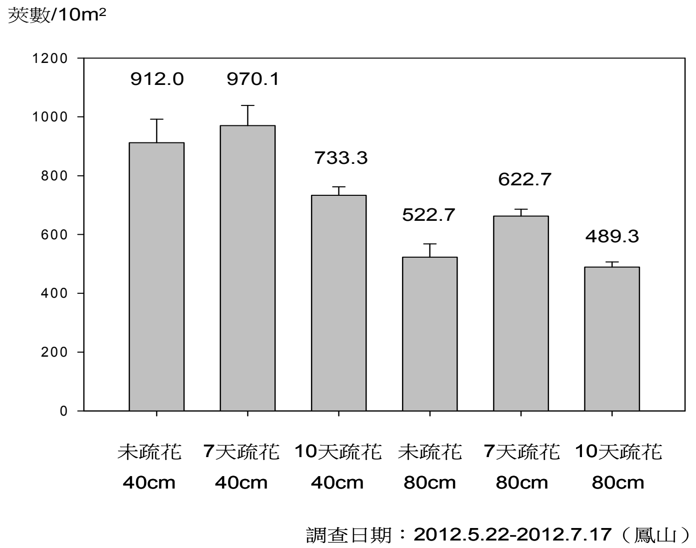


圖 1. 除花對豇豆結莢數之影響。

Fig. 1. Effect of flower thinning on the pod production of yard-long bean (*Vigna unguiculata*).

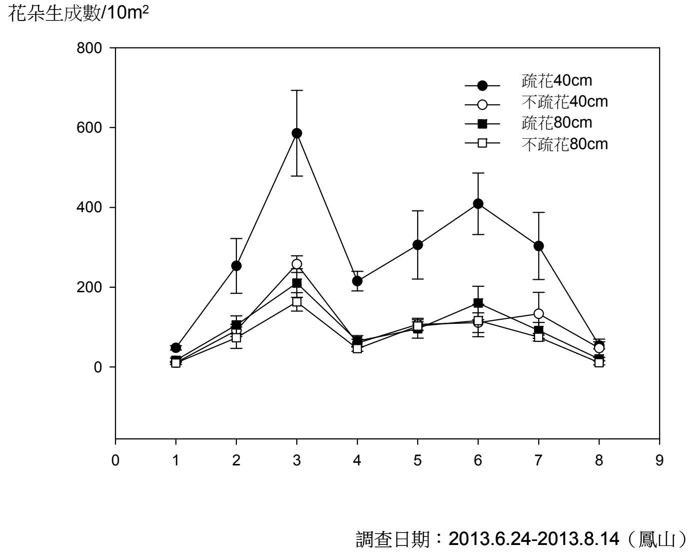


圖 2. 疏花對豇豆花朵生成之影響。

Fig. 2. Effect of flower thinning on the flower generation of yard-long bean (*Vigna unguiculata*).

其他處理雖然略微降低白粉病的罹病度，但與對照組並無顯著差異 (p=0.05）。此外，評估混合施用不同非農藥資材對白粉病的防治效果，在未處理前，白粉病的罹病度並無顯著差異 (p=0.05)。開始處理後第 3 週的調查結果顯示，各處理的白粉病罹病度均顯著 (p=0.05)低於對照組 (表 2)。處理後第 7 週，多數組合的白粉病罹病度顯著 (p=0.05) 低於對照組，然而，若與單獨使用亞磷酸或碳酸氫鉀比較時，混合不同資材並未顯著提升對於白粉病的防治效果 (表 2)。

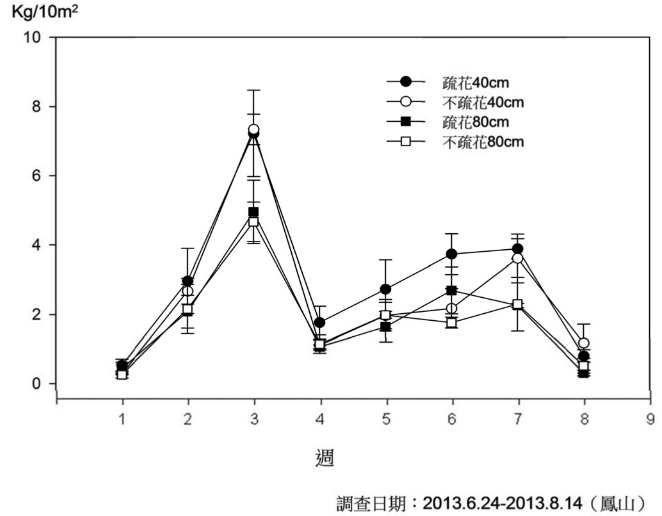


圖 3. 疏花對豇豆產量之影響。

Fig. 3. Effect of flower thinning on the yield of yard-long bean (*Vigna unguiculata*).

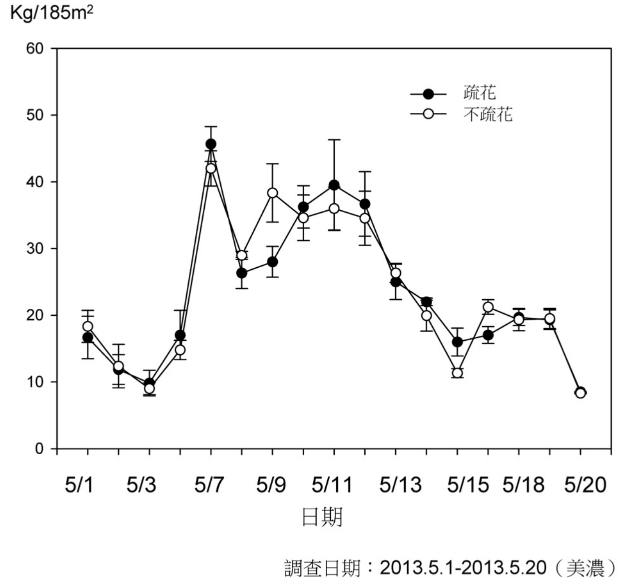


圖 4. 疏花對豇豆產量之影響。

Fig. 4. Effect of flower thinning on the yield of yard-long bean (*Vigna unguiculata*).

表 1. 施用非農藥資材防治豇豆白粉病的效果

Table 1. Effect of non-pesticide materials on control of yard-long bean (*Vigna unguiculata*) powdery mildew in the net-house

Treatment	Disease severity (%) [1]			
	2 wk	4 wk	6 wk	8 wk
$KHCO_3$	31.3 b [2]	38.4 b	13.4 bc	49.7 a
Phosphorous acid	0.0 c	14.7 c	12.0 c	21.9 b
Bacillus subtilis	50.0 a	44.4 ab	20.7 bc	61.8 a
Sunflower oil	35.9 ab	53.8 a	23.4 b	56.9 a
Water (Check)	48.4 a	50.0 ab	36.2 a	64.5 a

[1] The disease severity was rated as follows: 0 : healthy leaf; 1: < 10 % of leaf area was infected by powdery mildew; 2: 11~29% leaf area was infected; 3: 30~49% leaf area was infected; and 4: ≧ 50% leaf area was infected. The disease severity (DS) for each replicate was calculated using the formula: DS (%) = $[\Sigma(nd)/4T]*100$, where n = number of plants in each rating, d = disease rating (0 to 4), and T = total number of plants in each ratings. Data were collected 2, 4, 6 and 8 weeks, respectively, after the first spray.

[2] Means (n=4) in the same column followed by the same letters are not significantly different (p=0.05) according to Fisher's LSD test.

表 2. 施用混合非農藥資材防治豇豆白粉病的效果

Table 2. Effect of different combinations of non-pesticide materials on control of yard-long bean (*Vigna unguiculata*) powdery mildew in the net-house

Treatment	Disease severity (%) [1]	
	3wk	7wk
Phosphorous acid	3.8 ± 2.4 c [2]	13.1 ± 2.4 c
$KHCO_3$	21.7 ± 3.3 b	24.0 ± 3.7 bc
Phosphorous acid + *Bacillus subtilis*	22.0 ± 10.4 b	17.4 ± 7.1 bc
Phosphorous acid + Sunflower oil	6.7 ± 5.7 c	30.1 ± 8.0 ab
Phosphorous acid + $KHCO_3$	3.6 ± 4.3 c	16.0 ± 5.3 c
$KHCO_3$ + Sunflower oil	10.4 ± 4.8 c	21.3 ± 11.0 bc
Water (Check)	57.3 ± 9.5 a	40.3 ± 14.8 a

[1] The disease severity was rated as follows: 0 : healthy leaf; 1: < 10 % of leaf area was infected by powdery mildew; 2: 11~29% leaf area was infected; 3: 30~49% leaf area was infected; and 4: ≧ 50% leaf area was infected. The disease severity (DS) for each replicate was calculated using the formula: DS (%) = $[\Sigma(nd)/4T]*100$, where n = number of plants in each rating, d = disease rating (0 to 4), and T = total number of plants in each ratings. Data were collected 3 and 7 weeks, respectively, after the first spray.

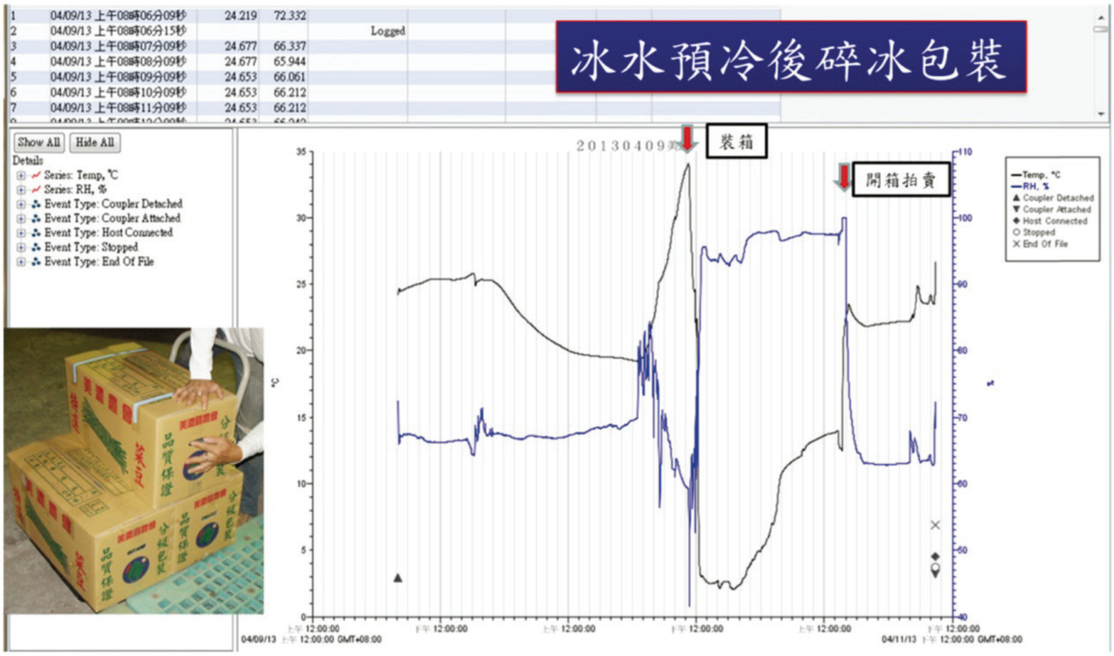
[2] Means ± SE (n=4) in the same column followed by the same letters are not significantly different (p=0.05) according to Fisher's LSD test.

不同顏色黏板對豇豆上薊馬誘集效果評估

利用四種顏色黏板在豇豆不同時期進行薊馬類誘集工作，共調查 16 次，合計 64 個重複，其中 18 個重複的總蟲數超過 100 隻，將 18 個重複的結果進行百分比轉換後發現薊馬類最偏好藍色黏板 (77.6%)，其次是白色黏板 (13.7%)，最後是黃色黏板 (6.9%) 與綠色黏板 (1.8%)。若依薊馬種類分析，台灣花薊馬的偏好性為藍色(78.5%)＞白色(13.5%)＞黃色(6.4%)＞綠色(1.6%)。豆花薊馬的偏好性為藍色(64.5%)＞白色(17.2%)＞黃色(14.6%)＞綠色(3.7%)。

預冷處理對豇豆貯運品質影響

102 年 4 月進行測試，結果顯示無預冷直接包裝者豆莢內溫度分別為 27-28℃，且開箱後袋內水分凝結情形嚴重，果莢較軟且呈淡青色；以碎冰預冷結果發現可快速降溫，且至開箱拍賣前溫度仍維持在 14℃以下 (圖 5)，開箱後產品硬實，呈現翠綠色 (圖 6)，當天調查拍賣價格高出二十餘元(相較未預冷者)，顯示具有維持品質增加收益效果。因配合碎冰包裝，因此箱內上下果莢均插上溫度記錄器並固定後進行溫度監測，結果顯示上層溫度剛開始降得較低約 1-2℃，而在下午六時仍低於 10℃，下層則均維持在 10℃上下 (圖 7)，顯示拍賣之前產品均屬於低溫情形，品質佳。



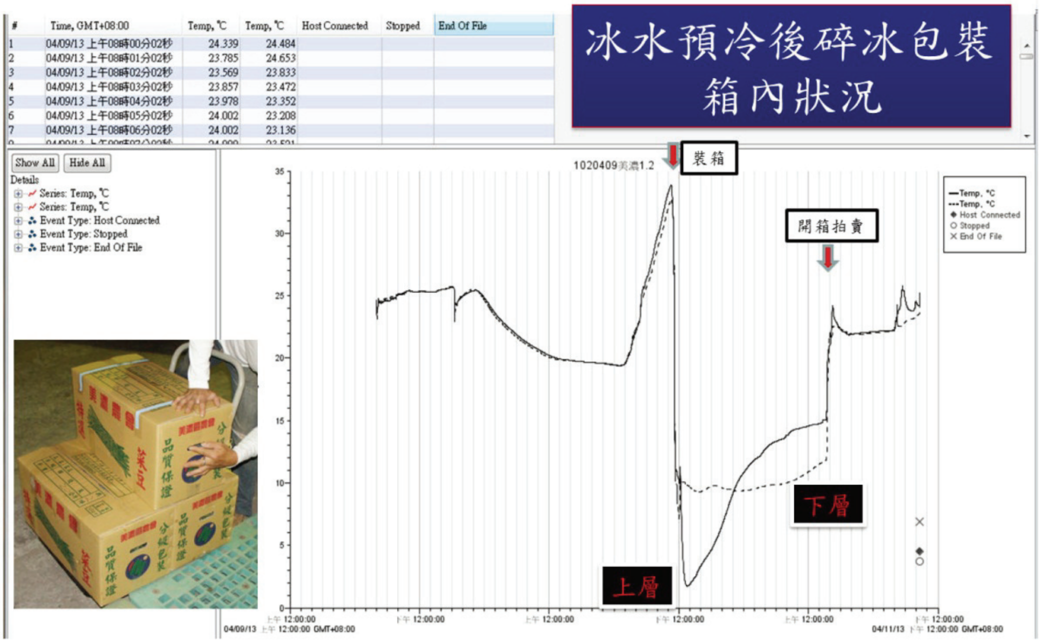
調查日期 102 年 4 月 9 日，美濃至台北果菜市場。

圖 5. 冰水預冷後配合碎冰包裝箱內溫度變化。
Fig. 5. Temperature variation of beans by hydrocooling then package icing in carton.

調查日期 102 年 4 月 9 日，美濃至台北果菜市場。

圖 6. 運輸開箱後果莢呈深綠硬實且無寒害發生情形。

Fig. 6. No chilling injury, deep green and hard beans treated by hydrocooling after transportation.



調查日期 102 年 4 月 9 日，美濃至台北果菜市場。

圖 7.　冰水預冷後配合碎冰包裝上下層果莢內溫度變化情形。

Fig. 7. Temperature change of beans in upper and downer layer in the carton after hydrocooling.

結　　論

疏花後豆莢發育期的長短視實際季節天候與溫度而略有差異，因此可配合豆莢發育的天期與氣候作為疏花間期的基礎。本研究利用豇豆開花結果的習性進行間期性的疏花，全園區約每隔七天進行一次全面性疏花，結果證實疏花並不會造成花朵數或產量的減少，疏花與不疏花的產量變化約在豆莢開始採收後 4 週逐漸顯現，因此對於里港等單畦單行且寬行距 (約 3m) 的栽培模式較為有利。然而，美濃地區以單畦雙行栽植之模式，行距 (約 2m) 相對較小，因植株藤蔓短期內爬滿棚架，採收期縮短，較難顯現疏花在連續採收一個月以上的產量效益。

藉由豇豆殘留農藥不合格資料更能夠直接瞭解農民用藥的問題，根本解決消費者對食品安全上的疑慮，尤其是在未推薦於豇豆上的藥劑部份，以殺菌劑為例，嘉保信是銹病的防治藥劑，目前有推薦可施用於乾豆類作物上，但是豇豆老葉出現紅色斑點的問題常被農民誤認為銹病而誤用該藥劑，因此必須經由教育宣導以導正用藥習慣。在殺蟲劑部份，則是需要加快已有推薦農民使用之防治藥劑在豇豆上殘留農藥容許量的訂定，便能大幅降低殘留農藥過量的問題。

豇豆的栽培管理若能配合使用非農藥資材，如：亞磷酸、碳酸氫鉀…等，除能有效降低白粉病與煤黴病的危害程度，亦可減少施用農藥與殘留風險。此外，藍色黏板對豇豆上薊馬有較佳誘集效果，未來除可作為監測薊馬的工具外，更可加強其懸掛密度，以對豇豆上薊馬族群增長進行抑制工作，同時降低防治用藥的施用次數。然而，部分資材使用時，可能造成葉片有些微藥害情形，如：碳酸氫鉀，也應留意使用方式，方能達到病害防治與減量用藥的目的。

傳統豇豆栽培採收模式為凌晨 1 時至 3 時採收，4 時至 5 時進行分級包裝，並需在凌晨 6 時前送至里港販賣，致使栽培農民耗費精力甚鉅。新型採收後預冷處理更改為早上 6 至 7 時採收，8 時送至進行分級包裝後 10 時進行預冷處理，再運輸至台北果菜市場販賣，對農民收益較高且可避免產量大時造成價格崩跌，具平衡市場價格分散風險之效，且較為省力。但使用時仍須注意冰水預冷時間不可過短 (5 分鐘以內)，易造成回溫快速且品質不易維持，效果不易展現。102 年 6 月再次進行試驗時發現未預冷處理者箱內溫度最高升至 34℃，平均均為 32℃以上高溫，出箱拍賣時有豇豆特有貯藏氣味產生，顏色呈現淡黃色，前來購買之攤商表示此種價格較為預冷者低，當天兩者價差每公斤約 20 元。

致　　謝

本研究期間承蒙里港地區蔡雨喜班長與美濃地區彭達裕班長協助田間管理工作，鳳山熱帶園藝試驗分所葉姿瑩助理研究員、羅惠齡聘用人員、黃雅穗小姐、林鴻城先生、楊政儐先生及葉蕙菁小姐協助疏花與試驗調查工作，作物組姚秋嫻小姐協助預冷調查工作，特此致謝。

參考文獻

謝廷芳、黃晉興、謝麗娟。2005。利用碳酸氫鉀與聚電解質防治作物白粉病。植病會刊 14：125-132。

Brink M., Belay G. 2006. Plant resources of tropical Africa 1. Cereals and pulses. PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands. P225-227.

Chang, C. A. 1993. Legume viruses in Taiwan. Plant Path. Bull. 2:149-160.

Jackai L. E. N., and Daoust R. A.. 1986. Insect Pests of Cowpeas. Annual Review of Entomology Vol. 31: 95-119

Rachie, 1985 K.O. Rachie, Introduction. In: S.R. Singh and K.O. Rachie, Editors, Cowpea Research, Production, and Utilization, Wiley, Chichester (1985), pp. xxi–xxviii.